

Вісник аграрної науки

10·04

ЗЕМЛЕРОБСТВО, АГРОХІМІЯ

РОСЛИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО

ТВАРИННИЦТВО, ВЕТЕРИНАРНА МЕДИЦИНА

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦІЯ, БІОТЕХНОЛОГІЯ

МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ

АГРОЕКОЛОГІЯ, РАДІОЛОГІЯ, МЕЛІОРАЦІЯ

ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКА ПРОДУКЦІЇ

ЕКОНОМІКА

НАУКОВО-
ТЕОРЕТИЧНИЙ
ЖУРНАЛ
2004, №10 (618)

Вісник аграрної науки

Засновник —
Українська академія аграрних наук

Комп'ютерна верстка:
І.О. Алейнікова

Комп'ютерний набір:
Н.М. Чепіга

Точка зору редколегії
не завжди збігається
з позицією авторів

Адреса редакції:
03022, Київ-22,
вул. Васильківська, 37,
тел./факс 257-40-81.

Свідоцтво
про державну реєстрацію
КВ № 540 від 28.03.94.

Підписано до друку 20. 10.04.
Формат 70×100/16.
Папір офсетний.
Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 7,15.
Умовн. фарбовідб. 14,8.
Обл.-вид. арк. 10,0.

Друкарня фірми «Есе».
03142, Київ-142,
пр. Вернадського, 34/1.
тел./факс 459-50-59
459-57-31.

© 2004,
Редакція журналу
«Вісник аграрної науки»

Созинов А.А., Бурда Р.И., Тарапико Ю.А., Штепа Ю.Н., Придатко В.И. Агросфера как ведущий фактор устойчивого развития Украины//Вісник аграрної науки. — 2004. — № 10. — С. 5–13.

Предложена новая парадигма развития агросферы Украины. На основе данных космического дистанционного зондирования впервые представлено синтезированное изображение поверхности агросферы Украины. Рассмотрены проблемы сохранения и обогащения агробиоразнообразия, его индикаторов, факторы и условия устойчивого развития агросферы Украины, специфика энергетического баланса и природных экосистем. Представлены три гипотетические модели функционирования агроэкосистем с различным уровнем энергетической эффективности.

A. Sozinov, R. Burda, Yu. Tarariko, Yu. Shtepa, V. Pridatko. Agro-sphere as a leading actor in sustainable development on Ukraine//News of Agrarian Science.— 2004.— №10. — P. 5–13.

A new paradigm of agro-sphere development in Ukraine was proposed. Synthesized imaging of agro-sphere of Ukraine was presented on the basis of data of space remote sounding. The problems of preservation and enrichment of agro-bio-diversity, its indicators, factors and conditions of sustainable agro-sphere of Ukraine and specific of energetic balance and natural ecosystems were considered. Three hypothetical models of agro-eco-systems with different level of energetic efficiency were presented.

Чайактуальніше

УДК 911.9(477.63)+502.
5(477.63)

© 2004

O.O. Созінов,
академік НАНУ та УААН
P.I. Бурда,
доктор біологічних наук
Інститут агроекології
та біотехнології УААН
Ю.О. Тарапіко,
доктор сільсько-
гospодарських наук
Інститут гідротехніки
і меліорації УААН
В.І. Придатко,
кандидат
біологічних наук
Ю.М. Штепа
Український
центр менеджменту
zemлі і ресурсів

Агросфера, або глобальна агроекосистема, — частина біосфери, в якій домінують культурні рослини, свійські тварини, оброблені ґрунти та пов'язані з ними організми (дикі тварини, комахи, бур'яни, мікроорганізми, віруси тощо). До агросфери належать луки, пасовища, сільські поселення, малі річки, ставки, лісосмуги, дібркови, всі типи агроландшафтів, агробіоценози та агроекосистем, створені розумом і діяльністю людини. Тому агросфера не тільки біологічна, а й соціогуманітарна категорія, а також головне джерело забезпечення населення продовольством і сировиною для промисловості, середовище існування значної частини населення. Витоки формування агросфери в Україні сягають у глибину тисячоліть — до Трипільської культури. Протягом тривалого часу протиріччя між агросферою як штучною системою і біосферою не мали глобального характеру, але з другої половини ХХ ст. відбулися кардинальні зміни, зумовлені індустріалізацією сільського господарства зі значним зростанням площі земель в обробітку, посиленням їх ерозії, забрудненням довкілля залишками добрив і пестицидів, викидами промисловості, зниженням родючості

АГРОСФЕРА ЯК ПРОВІДНИЙ ФАКТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ

Запропоновано нову парадигму розвитку агросфери України. За даними космічного дистанційного зондування вперше представлено синтезоване відображення поверхні агросфери України. Розглянуто проблеми збереження й збагачення агробіорізноманіття, його індикаторів, фактори та умови сталого розвитку агросфери України, специфіку її енергетичного балансу і природних екосистем. Подано три гіпотетичні моделі функціонування агроекосистем з різним рівнем енергетичної ефективності.

ґрунтів, зникненням малих річок, погіршенням якості питної води. Це привело до загострення екологічної кризи на окремих територіях, зокрема в зоні Чорнобильської аварії і регіонах з інтенсивним проявом водної еrozії, підтоплення та техногенного забруднення. Реформування аграрного сектору економіки та промисловості наприкінці ХХ і початку ХХІ ст., навіть за послаблення техногенного тиску, на жаль, не привело до поліпшення ситуації. Особливо загострився екологічний стан у сільських поселеннях, де в особистих господарствах нині виробляють понад 90% картоплі, овочів — 80, фруктів — 80, продукції тваринництва — 60—70% [1].

Агросфера України перевищує 70% території, що вимагає формування нової її парадигми не тільки як ключової ланки у розв'язанні проблем зростання добробуту населення, а й формуванні екологічного стану на території України в цілому і перспектив існування нашої нації. Не можна не погодитись з нашими економістами, які вважають, що аграрний сектор не повинен відігравати вирішальної ролі в розвитку економіки держави. Відомо, що в розвинутих країнах його частку у ВВП становить лише 4—5%. Нині

ситуація змінюється. У зв'язку зі стрімким розвитком високотехнологічних інформаційних галузей економіки навіть у надмірно урбанізованих державах формується новий погляд на агросферу як основну ланку виробництва високоякісних продуктів харчування і забезпечення благополуччя екологічного середовища для існування нації.

Агросфера України — погляд з космосу. Домінуючу роль і місце агросфери в Україні підтверджують нові масштабні дослідження в рамках проекту ЮНЕП-ГЕФ «Індикатори біорізноманіття для національних потреб (агробіорізноманіття)» BINU (Biodiversity indicators for National Use). Під час реалізації проекту в українському центрі менеджменту землі і ресурсів (УЦМЗР) у результаті дистанційного зондування і візуалізації території отримано перше синтезоване відображення поверхні агросфери України, зайдятої культурними рослинами і окультуреними луками та пасовищами [11].

Синтезоване виділення території агросфери та її вилучення із більш складних синтезованих зображень здійснювали суміщенням геоінформаційних шарів інформації і дослідженням різноманіття класів земної поверхні. Цю роботу виконували шляхом обробки мозаїк знімків супутника MODIS за травень—жовтень 2002 р., отриманих Мерілендським університетом США за п'ять 32-денних циклів з роздільнюю здатністю 500 м. Для розшифровки та формалізації даних в УЦМЗР використовували цифрові векторні карти і раніше отримані дані інших джерел. Обробку інформації ДЗЗ здійснювали за допомогою програмного продукту ERDAS images 8.5 for Windows 2000.

В основу методики покладено властивість сільськогосподарських земель істотно змінювати щільність зеленого кольору (NOVI) протягом періоду спостережень. NOVI є загальновизнаним індикатором щільності «зеленості» рослинності відбитим від поверхні Землі сонячним випромінюванням. За цими даними було обчислено максимальні (MAX_{NOVI}) і мінімальні (MIN_{NOVI}) значення NOVI. Різницю MAX_{NOVI} і MIN_{NOVI} використовували як індикатор активності освоєння сільськогосподарських угідь. На інших територіях ця різниця була неістотною. Для визначення граничних значень MAX_{NOVI} та MIN_{NOVI} запустили додаткову інформацію щодо типів земної поверхні, отримані іншими дослідженнями УЦМЗР. За результатами аналізу серії космічних знімків складено синтезовану карту сільськогосподарських земель (агросфери). Для визначення територій населених пунктів використовували цифрову топографічну карту України масштабом 1:200000. При класифікації космічних знімків так званим методом «навчання» (Supervised Classification) було вилучено промислові території і водні поверхні.

За результатами досліджень виділено надзвичайне мозаїчну частину агросфери (тери-

торії, де фототон поверхні постійно змінюється) і поверхню не агросфери (території, де фототон змінювався неістотно). Виявилось, що в ГІС розрахунках частка першої становила близько 64% усієї площи України (агросфера — понад 72% території). Розбіжності можливо пов'язані з тим, що частку земель сільськогосподарського використання у 2002 р. не обробляли або залишали під чорним паром (див. карту на обкладинці).

Аналіз карти територій України показав, що фактично український соціум існує в агросфері, яка визначає не тільки рівень забезпечення населення продовольством, а промисловості сировиною, а й загальний стан природного середовища на території України в цілому. Крім того, він засвідчив значні можливості ДЗЗ у розв'язанні багатьох проблем агросфери.

Характер процесів в агросфері значною мірою впливає на гідрологічний режим усієї території. Це пояснюється тим, що основний водозбір відбувається в агроландшафтах, які змінюються під впливом систем обробітку ґрунту, організації територій, структури посівних площ. Дослідження показали, що для отримання 1 т біомаси культурних рослин через транспирацію витрачається від 600 до 1200 т води. Агросфера відіграє важливу роль у формуванні вуглецевого балансу в системі «агросфера—ґрунт». Наприклад, 1 га чорнозему в результаті мінералізаційних процесів за певних умов може вивільнити з орного шару ґрунту за рік до 1,5—2 т органічного вуглецю [15]. Активніше цей процес відбувається за глибокої оранки та на чорних парах, а також через надходження вуглецю в атмосферу від сільськогосподарських тварин і людей. Стан навколошнього середовища в Україні залежить і від багатьох інших факторів, пов'язаних з аграрним виробництвом, — агролісомеліорації, водної меліорації, застосування агрохімікатів, стану внутрішніх водойм тощо.

Однією з особливостей збереження навколошнього середовища в агроландшафтах є те, що неагтивні фактори тут діють на великих територіях і зменшити їх вплив можна лише за допомогою масштабних цілеспрямованих заходів і відповідної стратегії. Для порівняння: промислові джерела забруднення сконцентровані на порівняно незначних площах і керувати ними набагато легше, використовуючи економічні та інші важелі.

Отже, агросфера — складна енергомістка система, яка впливає на існування нинішнього і майбутніх поколінь, створена і підтримувана людиною, і управління нею потребує системного підходу і глибокої наукової стратегії.

Роль агробіорізноманіття. Глобальна агрокосистема, або агросфера, — частина біосфери і в ній діють основні механізми, притаманні останній. Це наявність і баланс функціонування фотоавтотрофів і хемогетеротрофів (до останніх належить людина), кругообіг біогенних

елементів та енергії, збалансованість патогенних факторів (вірусів, мікроорганізмів, шкідників) з культурною рослинністю та свійськими тваринами. Порушення цього балансу має катастрофічні наслідки. Оскільки основою існування та сталості біосфери є біологічна різноманітність, то за її збіднення вся система стає нестійкою, що може привести до повного колапсу, і особливо це стосується агроекосистем.

На жаль, проблемі збереження агробіорізноманіття приділяється недостатньо уваги. Інтенсифікація аграрного виробництва створила уявлення про домінування керованих антропогенних факторів у розв'язанні проблем агросфери (технічне оснащення, добрива, хімічні засоби захисту рослин і тварин тощо). Але фундаментальною основою функціонування біологічних систем є біорізноманіття. Недооцінка цього фактора, недостатність досліджень з визначення шляхів збереження і злагодження біорізноманіття в агросфері створюють загрозу щодо можливості досягнення сталого розвитку агроекосистем і добробуту населення. Здійснення активних дій з боку держави і власників землі вимагає об'єктивного відображення ситуації щодо стану біорізноманіття в агроекосистемах, тобто здійснення біологічного моніторингу як системи науково-інформаційного спостереження, оцінки, прогнозу і оптимізації будь-яких змін в біоті, викликаних антропогенними чинниками [7, 14].

Основні принципи моніторингу біорізноманіття в агроекосистемах були сформульовані Р.І. Бурдою за участю одного з авторів статті [4]. Біорізноманіття в агроекосистемах, як і в інших екосистемах, включає генезисні фракції біоти: аборигенну (автохтонну), адвентивну (алохтонну) і новітню. В Україні в останньому сторіччі співвідношення чужинних і місцевих видів польових бур'янів у всіх зонах майже паритетне, але у зв'язку з глобалізацією економічних зв'язків в агроекосистемах останні фракції стають надзвичайно динамічними. Крім того, біота агроекосистем включає культурну фракцію, яка цілеспрямовано привноситься людиною і без антропогенної підтримки існувати не може. Зареєстровано 944 види судинних рослин, яких інколи спостерігають у польових екосистемах України. Широке розповсюдження мають 130—150 видів, деякі з них стали рідкісними. Проте в Україні созологічної оцінки стану сегетальних видів та їх угруповань немає. Після підписання Конвенції про біологічну різноманітність Україна повинна визначитися щодо загрози зникнення окремих сегетальних видів та їх угруповань і заходів запобігання цьому. Як нам відомо, в межах сучасних територій природно-заповідного фонду відсутні спеціальні ділянки для збереження рідкісних та зникаючих сегетальних видів рослин та їх угруповань.

Єдина система моніторингу біорізноманіття в агроекосистемах відсутня і потребує значного фінансового забезпечення. Водночас антропо-

генний вплив у цих системах сягає такого рівня, що постає питання щодо створення розгорнутої моніторингової системи, яка охоплювала б усі зміни повним обсягом. На жаль, поки що це нереально. Тому доцільно скласти певний перелік індикаторів, придатних для зіставлення даних різних типів агроекосистем з їхніми еталонами, що дасть можливість будувати моделі існуючого стану, прогнози на майбутнє і здійснювати відповідні недорогі заходи з управління ситуацією.

За даними «Державного земельного кадастру», в структурі земельного фонду нашої країни частка територій з напівприродними екосистемами значно нижча за світовий рівень і в цілому не перевищує третини: ліси і лісовокрита територія — 17,3% (середньосвітовий показник — 31,8, європейський — 34), пасовища — 9 (світовий показник — 20), сіножаті — 4, території, що підлягають особливій охороні у складі природно-заповідного фонду, — понад 4%. Прикладом найвищого у світі фонового навантаження на довкілля є структура, де частка сільськогосподарських угідь становить 69,3%, зокрема ріпі — 54 (світовий показник — 10—12 польових екосистем); близько 0,7% території — перелоги. За таких умов агросфера сама постає носієм неповторної генетичної інформації щодо аборигенних видів біоти. Наприклад, в агроландшафті зосереджено унікальні місцеві популяції видів судинних рослин, що занесені до Червоної книги України, і на жодній з територій природно-заповідного фонду вони не відмічалися [13]. Але проведена нами оцінка показала, що з 439 видів вищих рослин, занесених до Червоної книги, 136 зростають у агроландшафтах, при цьому середовище існування 33 з них ніяк не охороняється; у межах рівнинної частини країни 75 видів мають одиничні місцезростання, локалітети 29 з них також без охорони. Отже, збереження різноманітності аборигенної фракції біоти значною мірою залежить від структури сільськогосподарських угідь, яка має включати як обов'язковий елемент фрагменти природних або хоча б квазиприродних місцезростань. Показовим індикатором придатності територій для таких цілей є оцінка гемеробії (здатності зростати за різного ступеня антропогенної трансформації екосистем) їхньої фітобіоти [3].

Як індикатори можна використовувати показники структури посівних площ і сортовий склад культур. Відомо, що основні площи в агроекосистемах України займають 3—5 культур, частка кожної залежить від ґрунтово-кліматичних і економічних умов. В Україні сформувалась така структура посівних площ культурних рослин (табл. 1).

На обсяг посівних площ істотно впливають економічні умови вільного ринку. Так, останніми роками різко зросли площи посівів соняшнику. Як відомо, кожній культурі притаманні особливий біоценоз, специфічний характер різно-

1. Структура посівних площ основних сільськогосподарських культур в Україні, 2002 р.

Показник	Культура						
	пшениця	ячмінь	овес	бурик	соняшник	пподові	картопля
Площа, тис. га	6855,2	3963,8	567,5	932,2	2769,2	383,2	1596,3
До площи ріллі, %	21,1	12,2	1,7	2,9	8,5	-	4,9

маніття комах, бур'янів, патогенів, мікробіоти ґрунту. На полях формуються певні угруповання організмів, які існують порівняно короткий термін на однорічних культурах.

Осабливу роль відіграє сортове різноманіття культурних рослин, тобто спектр генотипів сортів, що може впливати на характер біорізноманіття. Яскравий приклад цього — поява на полях України в 60—70-х рр. минулого століття озимої пшениці сорту Безоста 1. Її генотип має якісні відмінні щодо формування травостою і терміну функціонування пропорцевого листка. Цей унікальний сорт за урожайністю перевищував старі на 9—12 ц/га, але був менш стійким до бур'янів. Біорізноманіття на його полях мало істотні відмінності від посівів інших сортів. Створені в останні роки сорти значно вирізняються за стійкістю до засухи, хвороб і шкідників, кислотністю ґрунтів, якістю врожаю тощо [2]. Загалом генетичні особливості генофонду культурних рослин є досить інформативним індикатором біорізноманіття в агроекосистемі. Нині виробництво має можливість використовувати широкий спектр сортів, унесених до Державного реєстру в 2004 р. Серед них: озима пшениця — 100, яра пшениця — 24, ячмінь — 84, бурики — 115, соняшник — 160, картопля — 121. Знаючи їх особливості, можна не тільки отримувати інформацію щодо характеру біорізноманіття, але певним чином й впливати на нього.

Окремого обговорення потребує проблема можливої ролі трансгенних організмів у формуванні біоти агроекосисем.

Оригінальний підхід до визначення індикаторів агробіорізноманіття застосовують при реалізації вищезгаданого проекту BINU. Основну увагу приділяють видам-індикаторам і оцінці стану популяцій. Національними експертами вже визначено 128 видів диких тварин і рослин, які можна використовувати як ефективні індикатори для оцінки біорізноманіття в агроландшафтах. Їх видовий склад такий: птахи — 34%, ссавці — 23, судинні рослини — 23, безхребетні — 20%. За експертними оцінками, до переліку домінуючих негативних факторів впливу на агробіорізноманіття впродовж 1950—2003 рр. увійшли зміни в структурі землекористування, фрагментація полів останнім часом, забруднення земель промисловими викидами та агрочімікатами, нерациональна організація територій, неефективний менеджмент. Різноманіття деяких видів рослин і тварин залежить від розвитку сільського господарства і змінювалось складніше, ніж здавалося б на перший погляд.

Спостерігали різні варіації трендів — від зменшення до збільшення і стабілізації. Це свідчить про те, що проблема керування агробіоценозами надзвичайно складна і потребує фундаментальних і прикладних досліджень. Для ряду вирів розроблено попередній прогноз до 2010 р.

Останнім часом у світі як індикатор агробіорізноманіття почали використовувати дослідження різноманіття юстівних і декоративних видів і форм рослин місцевого походження, що просяться на базарах і навіть у супермаркетах. Попередні дослідження показали, що понад 40% показників державної звітності можна використовувати як індикатори біорізноманіття у тому розумінні, як його трактують зарубіжні експерти.

Нині розпочато формування методології досліджень агробіорізноманіття, яка істотно вирізняється більшістю своїх підходів від тих, що застосовують у природних екосистемах. Головна їх відмінність полягає в тому, що агроекосистеми розглядають як надзвичайно динамічні, в яких склад біорізноманіття досить швидко змінюється під впливом антропогенних факторів. У більшості природних екосистем зміни відбуваються протягом багатьох поколінь і навіть тисяч років, а в агроекосистемах — протягом року. Враховуючи те, що нині сівозміни в більшості господарств не дотримуються, біорізноманіття навіть у великих агроекосистемах не може досягти динамічної рівноваги і змінюється щорічно. Склад біорізноманіття в агроекосистемах залежить від способів і часу обробітку ґрунту, внесення добрив, пестицидів, генетичних особливостей сортів тощо. Наразі далеко не всі дослідники біорізноманіття враховують ці відмінності, які мають увійти складовою у формуванні нової парадигми агросфери.

Енергетичний баланс в агросфері України. Найбільш істотні відмінності природних екосистем і агросфери — специфіка енергетично-го балансу. На перших етапах еволюції біосфери сформувався потік енергії безпосередньо від Сонця через фітоавтотрофи до хемогетеротрофів та мінеральних сполук, а в сучасних агроекосистемах, крім безпосередньо енергії сонця, функціонує й антропогенна енергія (Еа) та ґрунтара, або енергія минулих біосфер, активізована людиною. Співвідношення цих видів енергії з енергією врожаю або кінцевого продукту (коєфіцієнт енергетичної ефективності, Ке) в сучасних умовах нерідко складається на користь останньої. Наприклад, для отримання одиниці енергії від зерна пшениці при індустрі-

2. Баланс енергії в агресфері України за різних сценаріїв розвитку

Показник	Модель		
	1	2	3
Продуктивність сільськогосподарських угідь, т.к.од./га	1,5	2,5	5,0
Площа сільськогосподарських угідь, млн га	—	40	—
Нагромадження біомаси, млн т к.од.	60	100	200
Енергія врожаю, млн ГДж	1200	2000	4000
Затрати антропогенних (промислових) ресурсів, ГДж/га	0	10	25
Антропогенна енергія, млн ГДж	0	-400	-1000
Втрати ґрунтової енергії, ГДж/га	0	15	0
Грунтова енергія, млн ГДж	0	-600	0
Необхідно к.од. для виробництва продуктів харчування на 1 людину за добу*	—	2,8	—
Енергія продуктів харчування, млн ГДж за рік**	—	-1000	—
Баланс енергії, млн ГДж	200	0	2000
Надходження енергоносіїв із зовні, млн ГДж***	—	3600	—
Компенсація, %	6	0	55

* Середній раціон 1998 р. на 1 людину — 2483 ккал; ** з розрахунку на 50 млн чоловік; *** 36 млн т нафти, 72 млрд м³ природного газу.

альному землеробству це співвідношення становить близько 2:1, овочів відкритого ґрунту 0,5:1, а закритого 0,01:1, м'яса за стіловою утримання тварин 1:5 [12].

Разом з тим при оптимізації всіх процесів ведення збалансованого багатогалузевого сільськогосподарського виробництва Кеєвської агрокосистеми може бути досить високим. Це підтверджують результати багаторічних дослідів з визначення рівня реалізації природного потенціалу ґрунто-кліматичних умов при застосуванні різних агротехнологій. Експериментальною базою були результати польових дослідів наукових установ, які у різні роки перебували в складі НМЦ «Агробіологія» в рамках НТП «Сталі агрокосистеми»: на дерново-підзолистих ґрунтах — Інститут землеробства (С.Е. Дегодюк), Інститут сільського господарства Полісся (В.П. Стрельченко), Чернігівський ІАПВ (О.М. Бердніков), чорноземі опідзоленому — Хмельницька ДОСГДС (О.А. Андрійченко), чорноземі типовому — Полтавська ДОСГДС (Л.Д. Глущенко), чорноземі звичайному — Запорізька ДОСГДС (Е.Г. Бучек).

Дослідженнями у західному Лісостепу на чорноземі опідзоленому встановлено, що на контролі продуктивність зерно-просапної сівовізміни без трав становить 104,6 ГДж/га (2 ГДж — 1 ц к.од.). В інших ґрунто-кліматичних умовах енергія врожаю у варіантах без добрив коливалася від 80 до 87 ГДж/га, тобто була значно меншою. Для порівняння затрати антропогенної енергії за таких агротехнологій на обробіток ґрунту, посів і збирання урожаю становлять лише 12—13 ГДж/га, а Кеєвщина має близько 9. Але за цих умов спостерігаються значні втрати ґрунтової енергії — до 30 ГДж/га [8]. Таке використання головного природного ресурсу агро-

сфери — ґрунтів поступово призведе до зниження їх родючості з темпом — 1 ц к.од./га за рік. Тому на основі узагальнення багаторічних експериментальних даних стаціонарних агротехнічних дослідів було розроблено гіпотетичні моделі функціонування агрокосистем, зокрема й такі, що дають змогу отримувати досить високу продуктивність за одночасного зростання родючості ґрунтів та відтворення їхнього енергетичного потенціалу (табл. 2).

Модель 1 — всі земельні ресурси використовують як природні кормові угіддя з продуктивністю 1,5 т к.од./га (1 т к.од. = 20 ГДж; 1 т дизельного пального = 40 ГДж). Рослинну біомасу використовують на корм тваринам, а вироблені продукти харчування — для задоволення внутрішніх потреб та обміну на інші продукти, енергоносії або товари зовнішнього виробництва. При цьому втрати антропогенних ресурсів (Еа) мінімальні, а у балансі їх можна не враховувати. За рахунок високого рівня рециркуляції біогенних елементів забезпечено відновлення енергетичного стану ґрунтів, поступове зростання продуктивності сільськогосподарських угідь, поліпшення екологічної ситуації в агрокосистемах.

Модель 2 відбиває сучасний стан — продуктивність ріплю та природних кормових угідь на рівні 2,5 т к.од./га, добрина застосовують у мінімальній кількості, втрати антропогенної енергії (Еа) — близько 10 ГДж/га. За такого сценарію сільськогосподарську продукцію виробляють переважно за рахунок енергетичної і агротехнічної деградації ґрунтів. У стаціонарних агротехнічних дослідів такий стан моделюється у варіантах без добрив (контроль), де за рахунок мінералізації органічної речовини ґрунту і відчулення біогенних елементів запаси енергії що-

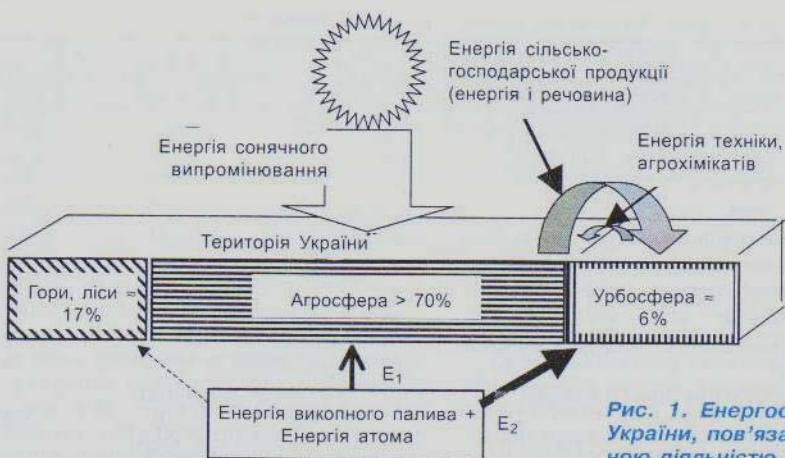


Рис. 1. Енергообмін на території України, пов'язаний з антропогенною діяльністю ($E_1:E_2 \approx 6:100$)

річно зменшуються до 30 ГДж/га, а у середньому — близько 15 ГДж/га.

Модель 3 — продуктивність земель на рівні 5 т к.од./га, що відповідає рівню нагромадження рослинної біомаси у стаціонарних дослідах при органічних і органо-мінеральних системах удобреньня з максимальними значеннями близько 10 т к.од./га. За таких систем удобреньня та наявності у сівозмінах багаторічних бобових трав забезпечується відтворення родючості ґрунту. Однак порівняно з контрольними варіантами (модель 2) енергоеємність виробництва (E_a) значно зростає і становить близько 25 ГДж/га.

Потребу населення у продуктах харчування встановлювали за середніми фактичними раціонами 1998 р. Для виробництва відповідних добовому раціону однієї людини продуктів необхідно витратити 2,8 к.од., тобто для 50 млн населення необхідно виробляти понад 50 млн. т к.од. рослинної біомаси на рік, що в енергетичному еквіваленті становить близько 1 млрд ГДж.

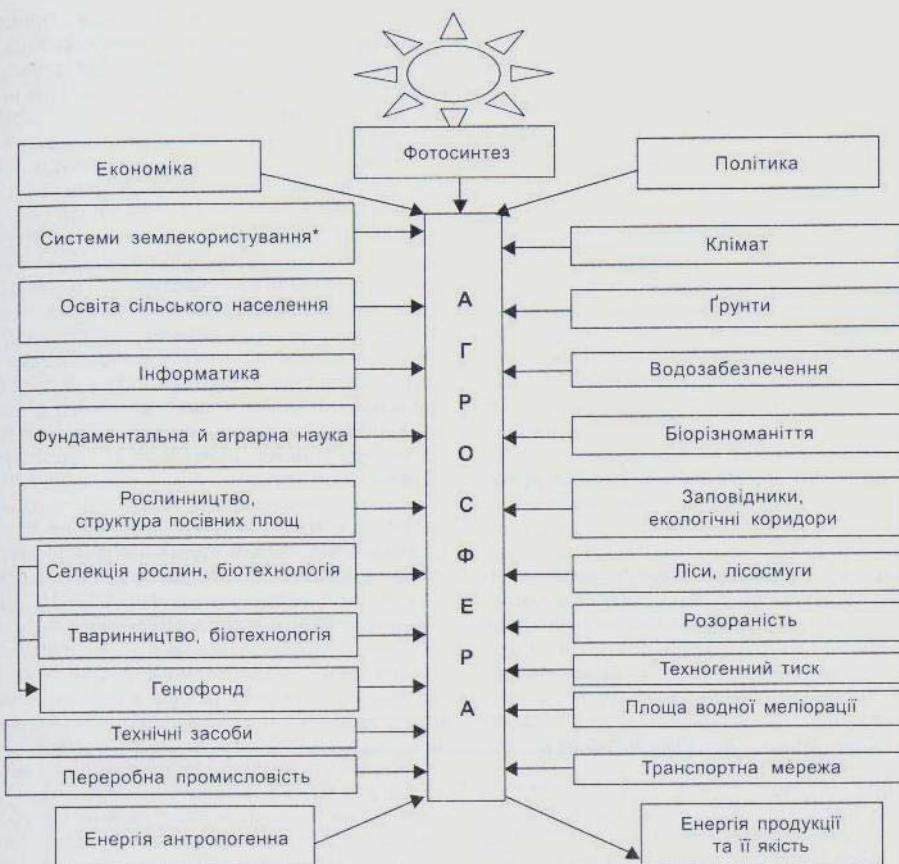
Отже, позитивну частину балансу енергії в агросфері визначає рівень продуктивності сільськогосподарських угідь та нагромадження рослинної біомаси. Сума витрат енергії на вирощування продукції рослинництва (E_a), виробництво продовольства для внутрішніх потреб та енергетичних втрат ґрунту становить від ємну частину балансу. За тваринницької спеціалізації аграрного виробництва (модель 1) надлишок біологічної енергії становитиме 0,2 млрд ГДж, при нинішніх показниках баланс урівноважується, а при реалізації моделі 3 додаткове накопичення біологічної енергії сягне 2 млрд ГДж. Якщо в Україні щорічно імпортуються близько 36 млн т нафтопродуктів та 72 млрд м³ природного газу, що в енергетичному еквіваленті становить 3,6 млрд ГДж, то компенсація енергії вуглеводнів може перевищити 50%.

Розроблені гіпотетичні моделі свідчать про досить високий природний потенціал агросфе-

ри України, а при реалізації сценарію моделі 3 навіть можливе не тільки повне забезпечення населення харчовими продуктами, а й відновлення родючості ґрунтів та компенсація близько половини енергоносіїв зовнішнього виробництва. Мова йде про гіпотетичні моделі, оскільки за сучасних умов нереально всю біомасу агроекосистем використовувати на корм тваринам, особливо у зоні товарного виробництва зерна, цукру, олії та інших продуктів. Але стає очевидно важлива роль тваринництва, особливо великої рогатої худоби, у розв'язанні проблем сталого розвитку агросфери та створенні сприятливих умов для ведення ефективного аграрного виробництва.

Відомо, що сучасна цивілізація значною мірою базується на енергії минулих біосфер і тільки фотосинтез здатний безпосередньо трансформувати сонячне випромінювання в енергію біомаси [6].

Участь фотосинтезу в енергообігу Землі сформувалася в процесі еволюції і людина по-рівняно неістотно впливає на нього, за винятком негативних дій — знищення лісів, спустошення, забруднення атмосфери тощо. Фактично єдиною ланкою біосфери, де природними енергетичними потоками значною мірою керує людина, є агросфера. Тому важливо уявити весь цикл енергообміну в сучасному урбанізованому суспільстві для визначення в ньому її ролі і місця (рис. 1). Саме в агросфері сонячна енергія через фотосинтез трансформується в енергію рослинної та тваринної біомас, отримуються вітаміни та інші необхідні для життєдіяльності людини фізіологічно активні органічні сполуки, цінність яких не вимірюється калоріями. Енергія морепродуктів у раціоні населення України не перевищує 1%. Нині для того, щоб отримати достатню кількість якісної харчової біомаси, в агроекосистемах необхідні витрати енергії вуглеводнів і урану в різних формах, зокрема витраченої електрики, тепла, техніки, доб-



*Індустриальна — Kee = 2—4; стала — Kee = 6—8.

Рис. 2. Зв'язки сучасної агросфери з різними факторами людської активності і природним середовищем

рив, пестицидів, створення транспортних засобів і будівництво тваринницьких ферм тощо.

Але основна частина антропогенної не повноважованої енергії поглинається урбанізованими територіями і промисловістю, які є енергетичними вампірами. Про величезну різницю між споживанням енергії сучасної урбосфери і агросферою свідчить офіційна статистична інформація. Якщо у 2002 р. загальні витрати електроенергії становили 173,7 кВт/год, то сільське господарство отримало лише 3,7 кВт/год; споживання пального відповідно 198,7 і 2,1 млн т, хоча частка витрат бензину, дизельного пального, мастил не перевищувала 30%. Така ситуація засвідчує, що значний відсоток енерговитрат на виробництво продукції сільського господарства нині припадає на особисті господарства, тобто живу працю селян, енерговитрати яких не враховують. До речі, в розвинених країнах з істотною частиною аграрного сектору на його підтримку спрямовується близько 10%

спожитої енергії, а частка живої праці залишається мінімальною. Цією інформацією ми не протиставляємо село місту, але вважаємо, що в постіндустріальну, або інформаційну, епоху провідну роль у розвитку цивілізації (у цивілізованих країнах) має відігравати «економіка знань» [5]. Знання переважно формуються у містах, але основою існування сучасного суспільства є і буде агросфера, де в результаті фотосинтезу утворюється нова жива речовина, а людина через спілкування з природою стає буфером, який стримує стресові ситуації, породжені діяльністю *H. sapiens*.

Агросфера як біосферно-ноосферне явище. У термін ноосфера ми не вкладаємо поняття В.І. Вернадського, який сподівався, що у майбутньому основні процеси в природі керуватимуться розумом людини. Аналіз сучасних напрямів розвитку суспільства показав, що це недосяжний ідеал. Намагання спрямувати колективні дії людства на запобігання екологічній



Рис. 3. Фактори формування сталої агросфери

кризи і перехід на засади сталого розвитку в масштабах планети не дало помітних результатів. Зростають нестабільність навколошильного середовища, забруднення довкілля, прискорене вичерпування джерел непоновлюваної енергії та інших природних ресурсів, викликані, в основному, діяльністю людини. Але сподівається на кращі зміни і справжній перехід суспільства до «економіки знань».

У конкретних умовах України ми розглядаємо тільки можливості наближення до деяких параметрів ноосфери та її складової — сталого розвитку. Йдеться про ту частку території, зміненої внаслідок антропогенного впливу людини, але яка зберігає основні риси біосфери.

На рис. 3 показано багатогранні зв'язки сучасної агросфери з різними факторами людської активності і природним середовищем. Ефективність її функціонування значною мірою визначає політика, яка безпосередньо впливає на економіку. Але ця складна за своєю суттю система може наблизитися до ноосфери або до такого стану, який нині визначено як сталий розвиток. Ґрутові роботи провідних учених світу [9, 10, 16, 17] та розробки міжнародних наукових організацій визначили основні передумови для реалізації збалансованого сталого розвитку агросфери й довели, що лише наявність в одній точці усіх чотирьох умов створює можливості для побудови сталої агросфери (див. рис. 3).

Аналіз співідношення фактора «а» — природні умови з реальними умовами виробництва показав, що ґрутово-кліматичні характеристики більшості регіонів України сприятливі для ведення ефективного сільського господарства. На відміну від Західної Європи, аграрний сектор у нашій країні може ефективно функціонувати за порівняно обмежених обсягів антропогенних ресурсів (викопна енергія, техніка, добрива то-

що). Наприклад, в Англії, Німеччині, Польщі, достатньо забезпечених вологовою протягом вегетаційного періоду, де майже не буває посух, але ґрунт бідний і потребує високих доз мінеральних і органічних добрив. У нашому Лісостепу, і тим більше Степу, чорноземи вимагають іншої системи добрень, особливо в посушливі роки. На цих високогумусних ґрутах можна ефективніше, ніж на бідних, використовувати різні мікробіологічні та фізіологічно активні препарати. Загалом природні умови в Україні сприятливі для формування сталої агросфери, про що свідчать і результати наведених гіпотетичних моделей. Значний потенціал також може бути започаткований за рахунок зменшення розораності сільськогосподарських угідь. Крім того, вирішальну роль у досягненні сталого розвитку матиме дотримання відповідних сівозмін і запровадження контурно-меліоративної ґрунтозахисної системи землеробства.

Фактор «б» (економічний потенціал) нині потребує у кризі, але існують умови для його відродження і певні зрушення вже відбулися у 2000—2004 рр. Ще збереглися досить могутні ефективні підприємства, висококваліфіковані інженерні кадри, інфраструктура (енергетична мережа, атомна енергетика, магістральні водні канали, газо- і водосховища, шляхи та їх потенційний розвиток у зв'язку зі створенням майбутніх транспортних коридорів, розвиток інформатики тощо). Тобто існують створені раніше об'єктивні умови для економічного розвитку, хоча багато було втрачено, зокрема електронна промисловість і машинобудування. На засіданні Президії Національної академії наук України 30 червня 2004 р. відзначено, що за умови мобілізації зусиль владної еліти і народу, особливо наукового і освітянського співтовариства, можна у наступні 10—15 років забезпечити перехід України до «економіки знань», створити якісно нові умови для розвитку аграрного сектору економіки.

Фактор «с» — менталітет української нації і наука мають значні потенційні можливості формування нової сталої агросфери. Система освіти в Україні в попередні десятиліття забезпечила високий рівень знань для освоєння новітніх ідей і технологій. Мешканці сіл і малих міст здатні краще сприймати нове, ніж жителі країн третього світу. Про це свідчить швидке розповсюдження в особистих господарствах нових сортів, технологічних прийомів вирощування, переробки і зберігання продукції за повної відсутності системи якісного інформаційного забезпечення державними структурами сільськогосподарського виробника. Надзвичайно важливим фактором є наявність в Україні могутнього наукового потенціалу. Передусмі, це система Національної академії наук України і високо розвинена аграрна наука, зокрема селекція. Ще наші пращури шляхом ретельного постійного добору створили «сорти-популяції» пшениці — носії

надзвичайно цінних коадаптивних асоціацій генів, які стали предками основних селекційних сортів цієї культури в Росії, США, Канаді, Східній Європі, Аргентині. Навіть відомий японський сорт Норін 10, що став однією з предтеч «зеленої революції» ХХ ст., несе гени українських пшениць. У другій половині ХХ ст. талановиті селекціонери А.О. Сапегін, П.Х. Гаркавий, В.М. Ремесло, Ф.Г. Кириченко, В.Я. Юр'єв, Л.П. Симиренко та ін. створили унікальний генофонд сортів різних культур, які вирощували на площах у мільйон гектарів у килимковому СРСР та інших країнах. Нині активно працюють їхні учні всупереч труднощам, які стимують розвиток вітчизняної селекції і насінництва.

Найбільш гостра проблема для України — фактор «d» (політика). Ніяка війна або стихія не спричинили стільки лиха нашій економіці, зокрема аграрному виробництву, як жага до розкрадання державного майна і корупція так званої «еліти».

Ситуація у світі на зламі тисячоліть поставила народи перед жорстким вибором: шляхом активного застосування у всіх сферах виробництва надбань сучасної науки, високих технологій, пріоритету екологічного підходу пе-

рейти на засади сталого розвитку і приєднатися до розвинених країн або стати джерелом природних і найбільш цінних людських ресурсів для тих держав, які розбудовують «економіку знань».

Нині в аграрному секторі економіки нашої країні ще існують величезні труднощі, але природні умови, історичний досвід селянства, його освіта залишають надію на успішне розв'язання цієї проблеми саме в Україні, де об'єктивно існують дуже сприятливі умови для цього. На основі аналізу особливостей розвитку агросфери ми мали на меті довести, що значні зміни, які відбуваються у світовому суспільстві, насамперед, у розвинутих країнах, вимагають нестандартних підходів для утвердження в глобалізованому світі. Природа й історія надали Україні можливість реалізувати унікальну стратегію розвитку агросфери. Для цього необхідно обґрунтувати нову парадигму розвитку агросфери України зі специфічними законами, які певною мірою відмінні від природних і соціогуманітарних. Тут «економіка знань» відіграватиме особливу роль у забезпечені потріб населення у високоякісних харчових продуктах, сировині та створенні комфорних умов для життя людини.

Бібліографія

1. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку в 1999—2000. — К.: IAC УААН, 1999. — 336 с.
2. Беспалова Л.А. и др. Селекция озимой пшеницы: приоритеты, методы, подходы//Генетика в XXI веке. — М.: Альм-Атта, 2004. — 66 с.
3. Бурда Р.І., Дідух Я.П. Застосування методики оцінки антропотolerантності видів вищих рослин при створенні «Екофлори України»//Фітоценоз: 36. «Екологія», 2003. — К. — Т. 20. — С. 7—19.
4. Бурда Р.І., Созінов О.О. Загроза збереження флористичної різноманітності агроландшафтів в Україні//Агроекологія та біотехнологія. — К.: Аграр. наука, 1999, С. 43—56.
5. Геєць В.М. Про характер перехідних процесів до економіки знань: Виклики глобалізації та Україна. — К.: Нац. ін-т стратег. досліджен., 2004. — С. 40—80.
6. Кене Ф. Избранные экономические произведения. — М., 1960. — 360 с.
7. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. — М.: Мир, 1992. — 182 с.
8. Тара́рко Ю.О. Наукові основи формування моделей сталого розвитку агроекосистем у Лісостепу та Полісся України: Автодиферат. дис... доктора с.-г. наук. — К., 2003. — 36 с.
9. Тара́рко О.Г. Перспективи сталого розвитку аграрних виробничих систем України в ХХІ ст.//Агроекологія і біотехнологія: Зб. наук. пр. Ін-ту агроеколігії та біотехнології. — К.: Аграрна УААН, 1999. — С. 3—9.
10. Созінов О.О. Агросфера України у ХХІ ст.//Вісн. НАН України. — 2001. — № 10. — С. 12—18.
11. Созінов А.А., Штепа Ю.Н., Придатко В.И. Агросфера как объект целевого исследования с помощью ДЗЗ с ГИС для улучшения управления территориальным развитием и сохранением биоразнообразия//Уч. зап. Тавр. ун-та им. В.И. Вернадского. — 2004. — 17 (26), № 2. — С. 72—85.
12. Созінов А.А., Новиков Ю.Ф. Энергетическая цена индустриализации агросферы//Природа. — 1985. — № 5. — С. 11—19.
13. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Ємельянов І.Г. Концепція біорізноманіття в аспекті функціонування та охорона біосистем і ландшафтів//Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника. — К., 1997. — С. 478—495.
14. Agriculture and biodiversity: Questions and answers//Centre Naturopa/Coouncil of Europa, Cedex. — 1997. — № 2. — 36 р.
15. Miller T. Living in the environment. — Kalifornia: I.P. Press, 1994. — P. 312—318.
16. Pinstrup Anderson P., Pandya-Lorch R., Rosengrant M.W. World Food Prospects: Critical issues for the Early Twenty-first Century/International Food Policy Research Institute. — Washington, 1999. — P. 68.
17. Reeves T.G. Sustainable intensification of Agriculture. — Mexico, D.F. Cimmit, 1998.

ТЕМАТИЧНА КАРТА

Агроландшафти (агросфера) України

Автори: Ю. Штепа, В. Придатко

Побудовано із використанням даних дистанційного зондування Землі (дані MODIS, 2002, 1-й та 2-й канали) та даних із архіву УІМЗР

